

VOORVAL: Vrijkomen isopentaaan via rioolsysteem bij TOTAL Raffinaderij Nederland B.V. te Nieuwdorp, 1-2 juli 2007

ALGEMENE GEGEVENS

OVV nummer voorval:	M2007IN0701-03
Datum rapport:	6 september 2012 ¹
Datum voorval:	1-2 juli 2007
Plaats voorval:	TOTAL Raffinaderij Nederland B.V. (TRN) ² , Luxemburgweg 1, 4455 TM Nieuwdorp
Typering plaats voorval:	Raffinaderij, fakkelsysteem
Hoeveelheid vrijgekomen stof:	200 - 16.000 kg isopentaaan ³
Drempelwaarde stof voor kennisgeving ongeval conform Seveso II richtlijn ⁴ :	2.500 kg
Directe gevaren voorval:	Vrijkomen zeer licht ontvlambare gaswolk met kans op wolkbrand/explosie
Gevolgen voorval:	Geen

INLEIDING ONDERZOEK

Omschrijving van het voorval

Door het niet goed functioneren van een klep in een leiding tussen de procesinstallatie en het fakkelsysteem van de raffinaderij werd onbedoeld isopentaaan naar het fakkelsysteem gestuurd. Een deel van het isopentaaan is verbrand in de fakkel, maar er is ook vloeibaar isopentaaan in het rioolsysteem van de raffinaderij terecht gekomen via het waterslot van de fakkel. In het rioolsysteem is het isopentaaan vervolgens verdampt door contact met heet water, wat voor drukopbouw heeft gezorgd. Op verschillende momenten is er vervolgens isopentaaandamp vrijgekomen in de buitenlucht. In de ochtend van 1 juli 2007 gingen verschillende alarmen van koolwaterstof-gasdetectoren af en is waargenomen dat riooldeksels werden gelicht ("stonden te dansen"). Daarnaast is waargenomen dat een vloeistof-damp mengsel als een 'fontein' vrij is gekomen uit het gat van een riooldeksel. In de middag van 1 juli werd de klep in de leiding tussen procesinstallatie en het fakkelsysteem hersteld en vond er geen onbedoelde toevoer van isopentaaan richting het fakkelsysteem meer plaats. In de opvolgende nacht werden wel weer gasdetectoren geactiveerd en vond weer een eruptie van vloeistof-damp mengsel plaats via het gat van een riooldeksel, hetzelfde gat waar eerder ook de fontein was waargenomen. De vrijgekomen

¹ Als gevolg van de prioriteit bij de Onderzoeksraad voor andere onderzoeken heeft de uitvoering van dit onderzoek vertraging opgelopen.

² Total Raffinaderij Nederland heet vanaf 1 oktober 2011 officieel Zeeland Refinery.

³ Hoeveelheid is niet nauwkeurig bekend. Gegeven indicatie is gebaseerd op schattingen van het bedrijf, enerzijds op basis van de waargenomen emissies en anderzijds de maximaal theoretische hoeveelheid isopentaaan dat in het riool heeft kunnen komen.

⁴ De Europese Seveso II richtlijn stelt eisen aan het veiligheidsbeleid van bedrijven die op grote schaal met gevaarlijke stoffen werken. Doelstelling is het voorkomen en beperken van ongevallen met gevaarlijke stoffen.

isopentaandamp is bij dit voorval op 1 en 2 juli niet ontstoken. Er is verder geen letsel of schade ontstaan.

Aanleiding en doel onderzoek

Het in dit rapport besproken voorval valt onder de definitie van een zwaar ongeval als bedoeld in richtlijn nr.96/82/EG van de Raad van de Europese Unie (Seveso II richtlijn). Artikel 8 van het Besluit Onderzoeksraad voor veiligheid schrijft voor dat de Onderzoeksraad een onderzoek instelt naar een zwaar ongeval als bedoeld in de genoemde richtlijn. De Onderzoeksraad heeft besloten om een verkort onderzoek uit te voeren naar dit voorval. De bevindingen hiervan zijn in dit rapport weergegeven.

Het doel van het onderzoek is om te leren van het voorval. De onderzoeksvraag is hoe heeft het voorval zich kunnen voordoen en wat kan hiervan geleerd worden.

Gebruikte informatie

Voor dit rapport is gebruik gemaakt van het onderzoek naar dit voorval uitgevoerd door de Arbeidsinspectie⁵ (directie Major Hazard Control) in samenwerking met de Provincie Zeeland⁶. Na bestudering van deze informatie heeft de Onderzoeksraad voor Veiligheid een bezoek gebracht aan Total Raffinaderij Nederland (TRN) om openstaande vragen te bespreken en aanvullende informatie te verzamelen.

Leeswijzer

Hieronder wordt eerst feitelijke informatie gegeven. Hierbij wordt ingegaan op de installatie waar het voorval zich heeft voorgedaan, een chronologische beschrijving van de gebeurtenissen en de gevaren van de vrijgekomen stoffen. Daarna wordt een analyse gemaakt van de gebeurtenissen en volgen de conclusies.

FEITELIJKE INFORMATIE

Het proces en het fakkelsysteem

Total Raffinaderij Nederland (TRN) maakt van ruwe aardolie voornamelijk brandstoffen zoals LPG, benzine, kerosine, diesel en stookolie. Hiervoor beschikt het bedrijf over diverse procesinstallaties. De procesinstallaties van TRN zijn onderverdeeld in twee gebieden, Process 1 en Process 2. Beide gebieden hebben een eigen operationele afdeling met een operatorploeg die verantwoordelijk is voor de bedrijfsvoering.

De procesinstallaties van Process 1 en Process 2 zijn allebei aangesloten op een eigen fakkelsysteem. Hiermee kunnen brandbare gassen en dampen uit de procesinstallaties zo nodig naar een fakkel worden afgevoerd, waar deze op een gecontroleerde manier verbrand worden. Gassen en/of dampen uit een procesinstallatie worden naar de fakkel gestuurd om te voorkomen dat er een onveilige situatie in het systeem ontstaat, bijvoorbeeld wanneer de druk in de installatie te hoog wordt bij een procesverstoring of wanneer een installatie snel uit bedrijf moet worden genomen. De bedrijfsvoering van beide fakkelsystemen vindt plaats onder verantwoordelijkheid van de operationele afdeling 'Off-sites' met een eigen operatorploeg.

Het fakkelsysteem dat in het voorval betrokken was, bestaat uit een aantal onderdelen:

- Een verzamelleiding, waar afgasstromen uit verschillende installaties samenkomen die moeten worden afgefakkeld;
- Een vloeistofopvangvat, waar vloeistoffen uit de afgasstromen worden afgevangen en verzameld (bij bepaald nivo wordt de vloeistof uit het vat gepompt) en vanwaar het gas/damp gedeelte verder stroomt naar de fakkel;
- Een fakkel, een stalen vat uitlopend in een schoorsteen (120 meter hoog) met in de top een brander die de afgassen uit het vloeistofopvangvat aansteekt.

In één van de procesinstallaties van Process 1 heeft een klep gefaald, wat de aanleiding was voor het in dit rapport beschreven incident. Dit betrof de installatie waarin nafta door middel van destillatie gescheiden in halfproducten waaronder isopentaan (naftadestillatie). De naftadestillatie

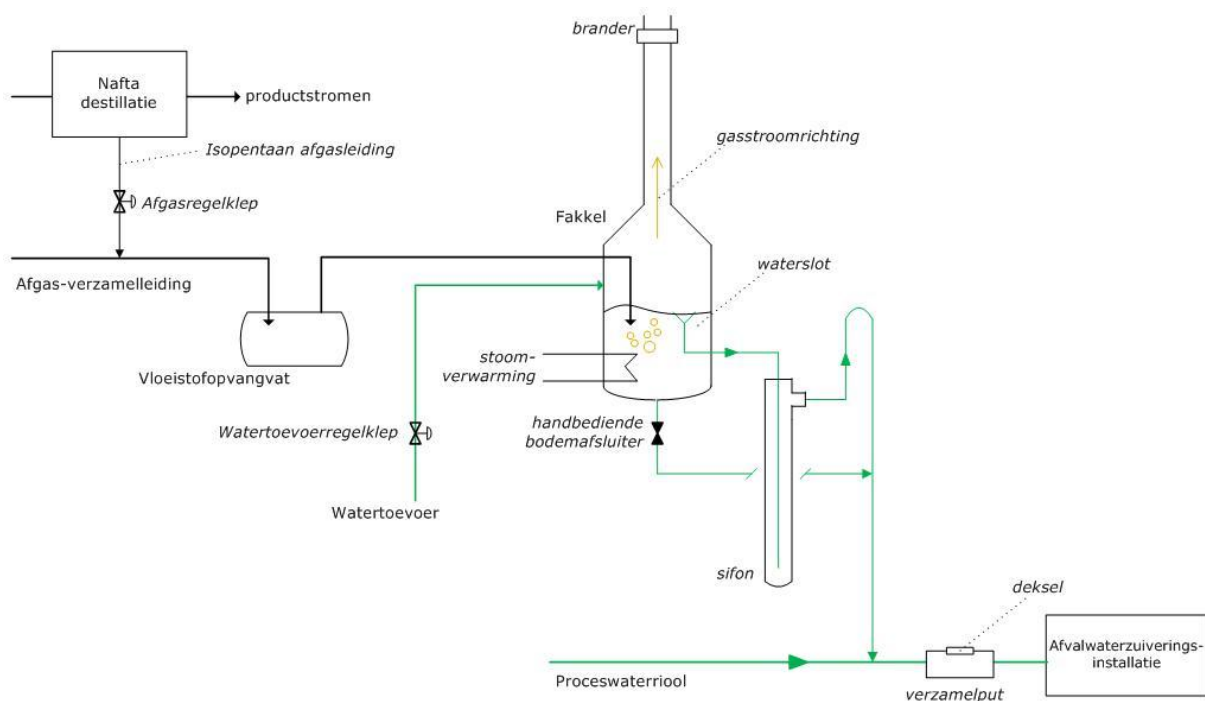
⁵ Per 1 januari 2012 is de Arbeidsinspectie opgegaan in de Inspectie SZW. Aangezien het voorval voor deze datum plaatsvond, wordt hier de oude benaming aangehouden.

⁶ Provincie Zeeland was in 2007 de vergunningverlener en -handhaver in het kader van de Wet Milieubeheer.

maakt onderdeel uit aardoliedestillatie-eenheid. Hieronder wordt het functioneren van deze klep (een afgangregelklep) toegelicht.

Voor een gecontroleerde afvoer van isopentaan naar het fakkelsysteem zit er een afgangregelklep in de isopentaan afgangleiding richting het fakkelsysteem. Deze regelklep wordt vanuit het procesbesturingssysteem DCS⁷ aangestuurd aan de hand van een drukmeting. Bij een te hoge druk in de topstroom van de destillatiekolom (ten opzichte van in het DCS ingevoerde referentiewaarde) wordt vanuit het DCS een automatisch signaal afgegeven aan de zogenaamde 'positioner' (klepstand-steller) van de klep dat de klep tot een bepaalde positie moet worden opengezet. De positioner stuurt nu met behulp van luchtdruk de klep aan om die stand te bereiken. Door middel van een 'terugkoppelarm' wordt de exacte positie van de klep in de afgangleiding weer teruggekoppeld aan de positioner. De terugkoppelarm zit aan de ene kant vast aan de bewegende klep en aan de andere kant in een rails bevestigd aan de positioner. Door de positie van de klep in de rails 'weet' de positioner wat de stand van de klep is. Zolang de positie van de terugkoppelarm niet overeenkomt met de gewenste positie die is opgegeven door het DCS, zal de positioner de klep verder open of dicht sturen.

In onderstaande figuur is een schematische weergave van het fakkelsysteem met aanvoer vanuit de nafta destillatie-installatie gegeven met enkele voor de beschrijving van het voorval relevante details.



Figuur 1. Schematische weergave fakkelsysteem

De bodem van de fakkel bestaat uit een reservoir met water en de gassen worden onder het waterniveau aangevoerd. Het reservoir dient als waterslot. Het water vormt een gasdichte afsluiting tussen de fakkel en installaties waar de gassen vandaan komen en voorkomt het binnendringen van zuurstof in de installatie zodat ontsteking hier niet kan plaatsvinden. In het waterslot van de fakkel is stoomverwarming aanwezig om het water te kunnen opwarmen en zo condensatie van afgassen te voorkomen.

De druk van de naar de fakkel afgevoerde gassen dient hoog genoeg te zijn opdat deze het drukverschil tussen de bodem en de top kan overwinnen en omhoog stroomt naar de brander. Om ervoor te zorgen dat het water van het waterslot niet richting het riool wordt weggedrukt door de

⁷ DCS staat voor distributed control system en is een digitaal systeem om het productieproces te volgen, te sturen en te controleren. Het systeem bestaat uit controlepanelen en meetinstrumenten en verzorgt de aansturing van apparaten (bijvoorbeeld van pompen) en afsluiters in leidingen.

gasdruk, is een verlenging van het waterslot gerealiseerd met behulp van een sifon die deels onder de grond ligt en waarmee extra statische druk wordt gecreëerd.

Het water in het waterslot wordt normaliter continu ververst om ophoping van vervuiling te voorkomen. Hierbij wordt de watertoevoer geregeld op basis van meting van het vloeistofniveau in het waterslot. Het water loopt weg via de sifon naar het proceswaterriool. Op de proceswaterriolerings wordt afvalwater geloosd dat verontreinigd kan zijn met olie en deze loopt af naar de afvalwaterbehandelingsinstallatie van TRN.

Effecten en gevaaraspecten van de vrijgekomen stoffen

Isopentaaan is een zeer licht ontvlambare vloeistof met een kookpunt van 28°C. Isopentaaan is een vluchtige stof die bij kamertemperatuur al snel verdampt en zo een brand- en explosiegevaarlijk mengsel in de lucht kan vormen. Tevens is de stof als milieugevaarlijk geclassificeerd.

Beschrijving gebeurtenissen

In de onderstaande tabel is een overzicht gegeven van belangrijke gebeurtenissen relevant voor het voorval dat heeft plaatsgevonden op 1-2 juli 2007. Afhandeling van het incident (repressie) door hulpverleningsdiensten is hier niet opgenomen en verder niet beschouwd in deze rapportage.

Tabel 1. Tijdslijn hoofdgebeurtenissen

Data / Tijd	Gebeurtenis
<i>Vrijdag, 22 juni 2007</i>	
	Opstarten van de aardoliedestillatie-eenheid, waaronder het nafta destillatie gedeelte.
<i>Vrijdag, 29 juni 2007</i>	
	Opstarten van verschillende procesinstallaties van Process 1 en Process 2. De aardoliedestillatie-eenheid is in normaal bedrijf.
15.00-16.00	Klep in de afgasleiding isopentaaan van de naftadestillatie faalt waardoor deze klep onbedoeld geheel open gestuurd wordt.
<i>Zaterdag, 30 juni 2007</i>	
	Operators van de afdeling Off-sites constateren dat er geen water van het waterslot via de overloopleiding naar het riool loopt. De bevinding is dat de watertoevoer afgesloten of onvoldoende is, mogelijk ten gevolge van een verstopping in de watertoevoerleiding of in de waterafloop via de sifon. Als actie wordt ingesteld dat tweemaal per shift het water in het waterslot wordt afgevoerd via de leiding aan de bodem van de fakkels door handmatig de bodemafsluiter te openen (drainen) en daarna het water weer aan te vullen.
	Door de operatorploeg van Process 1 wordt waargenomen dat er veel gefakkeld wordt met de fakkels van Process 1. Hierop is voor een bepaald blok met procesinstallaties, de stand van de kleppen naar de fakkels gecontroleerd op het controlepaneel van het DCS, inclusief de klep in de isopentaaan afgasleiding.
<i>Zondag, 1 juli 2007</i>	
6.32	Alarm van LEL-meting ⁸ bij nafta pompenbank gaat af.
Vroege ochtend (nacht)	Operators nemen waar dat een putdeksel van het riolsysteem beweegt ('dansen').
Ca. 11.40	Putdeksel van een verzamelput nabij de afvalwaterbehandelingsinstallatie wordt gelicht en er wordt een "fontein c.q. geiser" van een vloeistof/gas mengsel van ca. 20m hoog uit de put waargenomen door een operator.

⁸ LEL staat voor Lower Explosion Limit en is de laagste concentratie gas in de lucht die ontstoken kan worden (onderste explosiegrens). Bij een LEL-meting wordt de gasconcentratie koolwaterstoffen gemeten en wordt er een alarm afgegeven wanneer deze de LEL-concentratie nadert (bijvoorbeeld 10% of 50% van de LEL).

Data / Tijd	Gebeurtenis
	Om probleem van koolwaterstoffen in het rioolsysteem te verhelpen wordt het riool doorgespoeld met water. TRN gaat de mogelijke oorzaken na van de emissie via het riool.
	Uit inspectie van de watertoevoer naar het waterslot van de fakkel blijkt dat het mondstuk van de watertoevoerleiding verstopt is als gevolg van roestdeeltjes.
Middag	Watertoevoer naar waterslot via regelklep wordt weer geactiveerd omdat geconstateerd is dat de handbediende bodemafsluiter lekt.
15.00-16.00	Bij inspectie door operator wordt geconstateerd dat 'positioner' van de klep in de afgasleiding van isopentaaan richting fakkelsysteem ontkoppeld is van de klep. Deze koppeling wordt hersteld. Klep in de afgasleiding isopentaaan wordt dichtgezet.
Vanaf 23.34	Verschillende alarmen van LEL-metingen bij benzine pompenbank gaan af.
<i>Maandag, 2 juli 2007</i>	
Tot 01.07	Verschillende alarmen van LEL-metingen bij benzine pompenbank gaan af.
Vroege ochtend (nacht)	Putdeksel van een verzamelput nabij de afvalwaterbehandelingsinstallatie wordt gelicht en er vindt een grote emissie (een "fontein c.q. geiser" van een vloeistof/gas mengsel) plaats. Dit betreft dezelfde put waar de emissie op 1 juli is waargenomen. Als reactie hierop wordt de riolering doorgespoeld met water.
Ochtend	Er wordt een condensatiering waargenomen op de fakkelwand ter hoogte van de flare-inlaat.

ONDERZOEK EN ANALYSE

Falen klep in isopentaaan afgasleiding

De directe oorzaak van het vrijkomen van isopentaaan is het falen van de afgasregelklep in de isopentaaan afgasleiding richting het fakkelsysteem. Doordat de terugkoppelarm van deze klep ontkoppeld raakte van de positioner is de terugkoppelarm in een positie gekomen waarmee de positioner 'dacht' dat de klep dicht zat. Op een gegeven moment heeft de positioner een signaal gekregen om de klep naar een meer open positie te sturen.⁹ De klep werd (deels) open gestuurd, echter de terugkoppelarm bereikte de gewenste positie niet en bleef aangeven dat de klep dicht stond. Hierdoor bleef de positioner ook aangeven dat de klep moest worden open gestuurd en werd de klep volledig geopend. De druk in de isopentaaan stroom van de naftadestillatie is gedaald en uiteindelijk heeft het DCS aangegeven dat de klep in een dichte positie moest komen te staan. Aangezien de positioner al 'dacht' dat de klep in deze positie stond, werd er geen actie van de klep aangestuurd en veranderde de werkelijke klepstand niet. Vanaf dat moment heeft de klep onveranderd opengestaan, waardoor isopentaaan afkomstig van de naftadestillatie naar het fakkelsysteem kon stromen. Op het DCS systeem in de controlekamer kon men alleen het uitgestuurde signaal zien die de klep aanstuurt. De werkelijke klepstand kon alleen buiten in het veld worden gezien.

Voor ingebruikname van de aardoliedestillatie-eenheid op 22 juni 2007 is de afgasregelklep in de isopentaaan afgasleiding richting het fakkelsysteem nog gecontroleerd. Hierbij wordt via het DCS panel de klep vol open gestuurd, 50% open gestuurd en volledig dicht gestuurd en in het veld werd bekeken of deze posities ook daadwerkelijk gehaald werden. Hierbij was geconstateerd dat de klep naar behoren functioneerde en dat de terugkoppelarm goed bevestigd was. Het falen van deze terugkoppelarm heeft zich bij deze klep tijdens normale bedrijfsvoering niet eerder voorgedaan.

Dat de terugkoppelarm ontkoppeld kan raken van de positioner bij dit type klep was wel bekend bij TRN. Het ontkoppeld raken van de terugkoppelarm is enkele keren eerder opgetreden bij handbediening van vergelijkbare combinaties van klep en positioner, niet bij automatische

⁹ Er is niet vastgesteld wanneer en waarom dit signaal gegeven werd.

bediening van de klep. Door verdraaiing van de spindel van de klep kan er een kracht ontstaan op de terugkoppelarm. Deze kracht kan er voor zorgen dat de pin waarmee de terugkoppelarm in de rails van de positioner zit, uit deze rails kan schieten. In de eerdere gevallen is een borging aangebracht op de bevestiging van de terugkoppelarm aan de positioner.

Afvoer isopentaaan richting fakkelsysteem

De isopentaaan-stroom uit de naftadestillatie werd naar het vloeistofopvangvat van het fakkelsysteem afgevoerd. Hier werd isopentaaan slechts gedeeltelijk afgevangen. De vermoedelijke oorzaak hiervan was dat de temperatuur van de inhoud van het vloeistofopvangvat niet laag genoeg was om alle isopentaaan te laten condenseren. Vanuit het opvangvat stroomde isopentaaan (damp) door naar de fakkel. De temperatuur van het water in het waterslot van de fakkel was weer dusdanig laag (beneden het kookpunt van isopentaaan) dat isopentaaan condenseerde en er een laag met isopentaaan is gevormd bovenop het water van het waterslot. Daarnaast is het zeer aannemelijk dat een gedeelte van de isopentaaan damp dat de fakkel bereikte, niet condenseerde in het waterslot van de fakkel en naar de top van de fakkel is afgevoerd, waar het is verbrand.

Het is typisch voor isopentaaan dat de stof niet volledig in het vloeistofafvangvat is gecondenseerd, maar wel deels in het waterslot van de fakkel. Hierdoor is het ontwerp van de fakkel niet geschikt om langdurig grote hoeveelheden isopentaaan af te fakkelen. Dit heeft te maken met het feit dat het kookpunt van isopentaaan (28°C) nabij de normale buitentemperatuur ligt.¹⁰ De meeste stoffen met een hoger kookpunt dan isopentaaan zullen wel worden afgevangen in het vloeistofafvangvat. Terwijl de meeste stoffen met een lager kookpunt dan isopentaaan niet worden afgevangen en ook niet zullen condenseren op het waterslot van de fakkel, maar via de schoorsteen van de fakkel worden afgevoerd.

De stoomverwarming in het waterslot van de fakkel werd in deze periode van het jaar niet gebruikt. Deze werd conform de ontwerp-specificaties alleen in de wintermaanden gebruikt om bevriezing te voorkomen.

Afvoer isopentaaan naar proceswaterriool

Nadat er een laag isopentaaan op het water van het waterslot in de fakkel ontstond¹¹, is het isopentaaan vervolgens in het procesriool terechtgekomen. Er zijn twee scenario's mogelijk waardoor dit gekomen is:

1. Doordat de laag isopentaaan op de waterlaag in de fakkel een hogere statische druk heeft bereikt dan de (tegen)druk van de waterkolom in de sifon, waardoor de laag isopentaaan is doorgeslagen naar het riool via de sifon.
2. Het gecondenseerde isopentaaan is afgelaten naar het riool bij het drainen van het waterslot.

Er is niet vastgesteld in welke mate elk van de genoemde scenario's hebben bijgedragen aan de afvoer naar het procesriool.

Vrijkomen van isopentaaan uit het proceswaterriool

Het isopentaaan mengde zich met de in het proceswaterriool aanwezige vloeistofstromen. Rioolwater is normaal 50°C, maar was ten tijde van het voorval 70°C. Dit was het gevolg van onderhoudswerkzaamheden waardoor een bepaalde stroom afvalwater minder gekoeld werd. Aangezien het kookpunt van isopentaaan 28°C is, is het isopentaaan in het rioolsysteem verdampt. De druk van de dampen in het rioolsysteem heeft de putdeksels opgetild en isopentaaan is met andere aanwezige vloeistof- en dampstromen uit het riool naar de buitenlucht ontsnapt. De putdeksel waarbij de grote emissie ('fontein') is waargenomen, betreft de deksel van een verzamelput waar meerdere afvalwaterstromen samenkomen.

Storingsanalyse

Na de eerste emissie van koolwaterstoffen vanuit het riool gaat TRN op zoek naar de mogelijke oorzaken hiervan. In eerste instantie zocht TRN de oorzaak van de emissies niet in het fakkelsysteem. Er werd op dat moment nog geen verband gelegd tussen het drainen van het fakkelsysteem, wat afwijkt van de normale situatie, en de emissie van koolwaterstoffen via het riool. Het onderzoek richt zich met name op een groot aantal mogelijke bronnen voor lekkages vanuit de procesinstallaties naar het rioolsysteem.

¹⁰ Op 1 en 2 juli 2007 lag de temperatuur tussen de 14 en 20°C (bron: KNMI.nl, weerstation Vlissingen).

¹¹ Engineering afdeling van TRN heeft met berekeningen bevestigd dat condensatie van isopentaaan in de flare mogelijk is.

Het was dus voor TRN niet direct duidelijk wat de oorzaak van de emissies was. Er waren een aantal factoren die bemoeilijkten dat de directe oorzaak eerder werd achterhaald:

- Het fakkelen op 30 juni was in eerste instantie niet opmerkelijk vanwege het opstarten van de procesinstallaties. Echter na de opstart fase was nog steeds een hoge fakkel aanwezig. Op grond van deze aanhoudende hoge fakkel werd door de operators van Process 1 extra aandacht gegeven of er bepaalde kolommen of systemen naar de fakkel aan het afgassen waren. Zo zijn de afgasregelkleppen op het DCS-scherm in de controlekamer nagelopen. Ook de betreffende afgasregelklep in de isopentanaanleiding is daarbij op het panel bekeken en deze liet op dat moment op het panel zien dat de afgasklep dicht stond. Hierbij is niet stilgestaan dat slechts het stuursignaal van het DCS kan worden afgelezen en niet de werkelijke stand van de klep in het veld. In dit geval kwam het signaal van DCS (klep is dicht gestuurd) niet overeen met de werkelijke stand van de klep (volledig open).
- Op het moment van de eerste grote emissie via het rioolsysteem (zondagochtend 1 juli 2007) was ook nog niet bekend dat de klep in de leiding tussen de procesinstallatie en het fakkelsysteem onbedoeld openstond.
- De afvoer op het riool vanuit het fakkelsysteem was in eerste instantie niet verdacht omdat hiervandaan alleen water verwacht werd. Daarnaast was de gedachte van de procesoperators dat de afloop van de fakkelloverloop juist verstopt zat en er geen continue afvoer was. De focus van de operators bij het zoeken naar de oorzaak lag op onbedoelde lozingen vanuit de procesinstallaties.
- In de ochtend van 1 juli werd geconstateerd dat de productie van isopentaan laag was. Deze afwijking werd echter niet herkend als mogelijke oorzaak omdat deze productstroom geen hoge prioriteit vormt voor de operators. Bovendien was er op het bedieningspaneel geen storing of afwijking te zien in de naftadestillatie. Drukverlies in de destillatietoren als gevolg van een openstaande klep naar het fakkelsysteem werd gecompenseerd door de drukregeling van de destillatietoren.¹²

In de namiddag van 1 juli 2007 is door een operator geconstateerd, dat de afgasregelklep volledig open stond en na contact met de controlekamer is de klep hersteld en weer gesloten. Op dat moment was nog niet duidelijk dat dit de bron van de emissies uit het riool was. In de ochtend van 2 juli werd in het onderzoek naar de oorzaak van de emissies via het rioolsysteem voor het eerst een mogelijke link gezien met het falen van de afgasregelklep in de isopentaan-afgasleiding. TRN heeft tijdens deze analyse-sessie met betrekking tot het voorval alle aflaatstromen op het riool beschouwd en heeft de mogelijkheid van condensatie van isopentaan in relatie met het falen van de klep in de isopentaan aflaatstroom besproken.

Uiteindelijk heeft gedurende ongeveer 48 uur onbedoelde afvoer van isopentaan naar het fakkelsysteem kunnen plaatsvinden, wat tot de emissie via het rioolsysteem heeft geleid.

Grootte van de isopentaan-emissie

Gedurende de tijd dat de klep in de isopentaan-afgasleiding open stond, is ongeveer 6 ton per uur isopentaan naar het fakkelsysteem gestroomd. De exacte hoeveelheid vrijgekomen isopentaan via het riool is lastig te bepalen omdat er meerdere aflooproutes zijn geweest:

- de afgasstroom die in het vloeistofopvangvat is afgevangen;
- de afgasstroom die de fakkel bereikt en ook wordt verbrand in de brander van de fakkel (de 'gewone' fakkelroute);
- de afgasstroom die de fakkel bereikt en condenseert op de waterlaag in het waterslot van de fakkel, waarna deze naar het rioolsysteem is afgevoerd.

TRN heeft op basis van berekeningen bepaald dat er theoretisch maximaal ca. 16 ton isopentaan gecondenseerd kan zijn in de fakkel, welke vervolgens in het rioolsysteem heeft kunnen komen.

De grootte van de waargenomen emissies (putdeksel gelicht en een fontein van ca. 20 meter) geeft aan dat het rioolsysteem grote hoeveelheden isopentaan heeft bevat. TRN heeft met berekeningen geschat dat een dergelijk fontein ca. 80 kg isopentaan moet hebben bevat. Het is aannemelijk dat er ook isopentaan met het afvalwater in het rioolsysteem in de afvalwaterbehandelingsinstallatie is gekomen, mede gezien het feit dat het rioolsysteem tweemaal is gespoeld met water nadat emissie was geconstateerd. De exacte hoeveelheid isopentaan die via het rioolsysteem vrij is gekomen, is niet vastgesteld.

¹² Dit betreft de druk voor de refluxdrum van de isopentananizer. Door een groter deel van de topstroom ongekocht via by-pass naar de refluxdrum te laten lopen – en niet via koeling/condensor-, werd de druk in de de refluxdrum conform gewenste procescondities gehouden.

Getroffen maatregelen door TRN na het voorval

- Voor alle combinaties van de betreffende klep en positioner is de koppeling tussen de terugkoppelarm van de klep en de positioner visueel gecontroleerd. Daar waar de pen los kan raken (onvoldoende geborgd was), is een borging aangebracht op de bevestiging van de terugkoppelarm aan de positioner opdat de arm niet losraakt.
- Daarnaast is er een onafhankelijke klepstandmeting geplaatst op de klep in de isopentaaan afgasleiding richting het fakkelsysteem met een signaal naar het DCS opdat de werkelijke klepstand op het DCS te zien is. Er is een betrouwbaarheidsstudie uitgevoerd waaruit volgt dat de nieuwe situatie voor afvoer van isopentaaan richting het fakkelsysteem acceptabel is. N.B. TRN geeft aan dat andere vergelijkbare combinaties van de betreffende klep en positioner een hieraan gekoppelde flow- of niveaumeting hebben. In deze gevallen is op een onafhankelijke manier op het bedieningspaneel in de controlekamer zichtbaar als er een afwijking is en is er geen onafhankelijke klepstandmeting geplaatst.
- Het ontwerp en het opereren van (het waterslot van) de fakkelininstallatie en de knock-out drum is opnieuw beoordeeld. Hieruit is de aanbeveling naar voren gekomen dat er een regeling voor de temperatuur van het water in het waterslot moet worden geïnstalleerd (conform API 521¹³) om te voorkomen dat er condensatie van isopentaaan kan optreden. Dit is in de Turn Around van 2009 uitgevoerd.
- De 'runninglights' van de pompen van de knock-out drum van het fakkelsysteem binnen de controlekamer verplaatsen, zodat een beter zicht hierop mogelijk is (als signaal dat er veel vloeistof in de KO-drum aanwezig is).
- In 2008 is tijdens trainingen voor personeel in de ploegendienst het incident besproken. De terugkomdag van deze training was gewijd aan verstoringen en afwijkingen in de normale bedrijfsvoering. Ook bestaan er sinds 2008 individuele trainingen voor (aankomende) controlekameroperators met betrekking tot procesmatige verstoringen, waarbij gebruik wordt gemaakt van een processimulator.

CONCLUSIES

Verloop van het voorval

De initiële oorzaak van de emissie van isopentaaan is het falen van een klep in een leiding tussen de procesinstallatie en het fakkelsysteem van de raffinaderij. Hierdoor heeft deze klep onbedoeld ongeveer 48 uur opengestaan, waardoor isopentaaan naar het fakkelsysteem werd afgevoerd.

Vervolgens is het afgevoerde isopentaaan niet volledig neergeslagen in het vloeistofopvangvat van het fakkelsysteem. Het isopentaaan dat als damp van het opvangvat naar de fakkel werd afgevoerd, heeft wel deels kunnen condenseren in de bodem van de fakkel op het waterslot. Dit werd veroorzaakt door het positieve temperatuurverschil tussen het vloeistofopvangvat en het waterslot in de fakkel: te hoog in het vloeistofopvangvat en te laag in het waterslot.

Na condensatie op het waterslot van de fakkel is het isopentaaan naar het proceswaterriool afgevoerd en in contact gekomen met andere warme vloeistofstromen. Isopentaaan is daardoor weer verdampt, hetgeen een drukopbouw in het rioolsysteem veroorzaakte. Als gevolg hiervan zijn riooldeksels gelicht en is isopentaaan vrijgekomen in de buitenlucht. De exacte hoeveelheid isopentaaan die op deze manier vrijgekomen is, is niet vast komen te staan. De vrijgekomen zeer licht ontvlambare isopentaaan is niet ontstoken.

Niet alle isopentaaan wat via de defecte afgasregelklep is weggestroomd naar het fakkelsysteem is uiteindelijk buiten de installatie terecht gekomen: een gedeelte is in het vloeistofopvangvat neergeslagen en gecontroleerd afgevoerd en een gedeelte is verbrand in de top van de fakkel.

Specifieke leerpunten uit het voorval

- In het procesbesturingssysteem was de werkelijke stand van de klep niet zichtbaar, omdat in het procesbesturingssysteem alleen het signaal werd weergegeven waarmee de klep werd aangestuurd. De werkelijke klepstand kon alleen in het veld worden vastgesteld. Bij een dergelijke indirecte meting van een procesparameter is de validiteit niet gewaarborgd.

¹³ Richtlijn van American Petroleum Institute "Guide for Pressure-Relieving and Depressuring Systems".

- Het was bekend dat de terugkoppelarm van de klep los kon raken van de positioner, omdat dit enkele keren eerder opgetreden was bij handbediening van vergelijkbare combinaties van klep en positioner. Echter, dit heeft destijds niet geleid tot een maatregel waarbij alle vergelijkbare combinaties van de betreffende klep en positioner zijn gecorrigeerd. Er is bij de eerdere incidenten met de klep onvoldoende onderkend wanneer een vergelijkbare situatie zich voor kon doen en wat de mogelijke risico's hiervan waren.
- De falende klep werd na ongeveer 48 uur ontdekt en verholpen. Dat dit de oorzaak was van de emissie uit het riool werd pas later vastgesteld. Indien de falende klep eerder was ontdekt, dan was de emissie kleiner geweest. Echter, de procesinstallaties van de raffinaderij vormen een complex geheel en het feit dat de emissie zich voordeed vanuit een gedeelde voorziening zoals het rioolsysteem leidde ertoe dat er vele potentiële oorzaken mogelijk waren voor de emissie. Voor dergelijke complexe systemen is het van belang een systematisch storingsanalyse te kunnen uitvoeren.
- Het fakkelsysteem is niet ontworpen voor de verwerking van een grote hoeveelheid isopentaan. Het fakkelsysteem was dus niet geschikt om alle potentiële aanvoerstromen te verwerken.

BIJLAGE A: COMMENTAAR BETROKKEN PARTIJ

Een conceptrapport wordt conform de Rijkswet Onderzoeksraad voor Veiligheid ter beoordeling op feitelijke onjuistheden aan de direct betrokken partij(en) voorgelegd. De inzageversie van dit rapport is voorgelegd aan de volgende partij:

- Zeeland Refinery (voorheen Total Raffinaderij Nederland).

De Onderzoeksraad heeft het van Zeeland Refinery ontvangen commentaar verwerkt in het definitieve rapport, voor zover het tekstuele en feitelijke onjuistheden betreft. Het commentaar dat de Raad niet heeft overgenomen is hieronder opgenomen en voorzien van de redenen daarvoor.

Verwerking inzagereacties:

Inzagereactie Zeeland Refinery (brief 13 juli 2012)	Reactie Onderzoeksraad
<p>REACTIE 1: OVV tekst onder ALGEMENE GEGEVENS : "Hoeveelheid vrijgekomen stof: maximaal 16000 kg isopentaaan"</p> <p>ZR voorstel voor feitelijke aanpassing : "Hoeveelheid vrijgekomen stof: maximaal 200 kg isopentaaan"</p> <p>ZR argumentatie : Tijdens een eerste inschatting van de vrijgekomen hoeveelheid isopentaaan bij aanvang van het nader onderzoek is uitgegaan van een "worst case" benadering, dat gehele inhoud van het waterslot van de fakkel van 27 m³ of te wel 16 ton isopentaaan via de bewuste rioolput zou zijn vrijgekomen.</p> <p>Echter, met verwijzing naar het memo "Iso-pentane vaporization in TRN sewers" met referentienummer PE20080519M01 van 19 mei 2008 (zie Rapport onderzoek MHC ongeval "Sewer incident - 1 en 2 juli 2007" bijlage 14 met referentie 380800021/02) is de maximale hoeveelheid instantaan vrijgekomen isopentaaan uit de rioolput berekend op 82 kg. Deze berekening is gebaseerd op de warmteoverdracht in de rioolput tussen het hete water en het verdampende isopentaaan aannemende, dat de waargenomen vloeistof-damp kolom uit de rioolput 15 m hoog was en dat deze gebeurtenis 15 seconden heeft geduurd.</p> <p>De hoeveelheid vrijgekomen isopentaaan tijdens beide voorvallen op 1 en 2 juli 2007 om ca. 11.50 resp. 01.20 uur bedraagt 164 kg. Met inbegrip van de observaties van de dansende rioolputdeksels wordt de maximale hoeveelheid vrijgekomen isopentaaan uit de rioolputten ingeschat op 200 kg.</p>	<p>De genoemde hoeveelheid van 200 kg is een inschatting van de waargenomen emissie vanuit de riooldeksels, zoals de fonteinen. Gebaseerd op de grote stroom isopentaaan richting het fakkelsysteem (ca. 6 ton per uur) en de theoretisch hoeveelheid die heeft kunnen doorslaan vanuit de fakkel naar het riool (ca. 16 ton), acht de Onderzoeksraad het waarschijnlijk dat er meer dan 200 kg isopentaaan in het riool is gekomen. Bovendien is het aannemelijk dat er ook isopentaaan met het afvalwater in het rioolsysteem naar de afvalwaterbehandelingsinstallatie is afgevoerd, gezien het feit dat het rioolsysteem met water is gespoeld nadat emissie was geconstateerd. Aangezien de hoeveelheid isopentaaan die is vrijgekomen in het rioolsysteem niet exact is vastgesteld, is in het rapport de maximale theoretisch hoeveelheid die mogelijk is vrijgekomen aangehaald. N.B. Het rapport is aangevuld door ook de 200 kg als indicatieve hoeveelheid aan te geven.</p>
<p>REACTIE 8: OVV tekst onder ONDERZOEK EN ANALYSE "Grootte van de isopentaaan -emissie", 2 alinea : "TRN heeft op basis van berekeningen bepaald, dat er maximaal ca. 16 ton isopentaaan gecondenseerd kan zijn in de fakkel, welke vervolgens in het rioolsysteem heeft kunnen komen"</p> <p>ZR voorstel voor feitelijke aanpassing : Zie voor aanpassing van deze tekst ZR argumentatie onder Reactie 1.</p>	<p>Zie reactie Onderzoeksraad bij inzagereactie 1.</p>